

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-50941

(43)公開日 平成6年(1994)2月25日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

G 0 1 N 27/84

審査請求 未請求 請求項の数1(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-205007

(22)出願日 平成4年(1992)7月31日

(71)出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号

(72)発明者 近藤 明男

兵庫県加古川市金沢町1番地 株式会社神

戸製鋼所加古川製鉄所内

(72)発明者 玉田 基

兵庫県加古川市金沢町1番地 株式会社神

戸製鋼所加古川製鉄所内

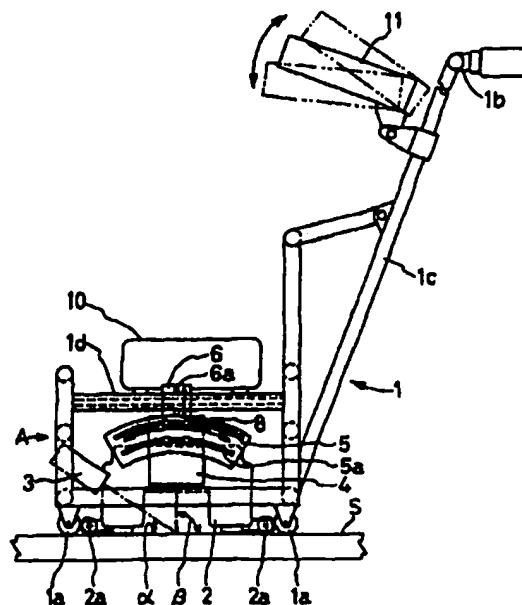
(74)代理人 弁理士 金丸 章一

(54)【発明の名称】 磁粉探傷式表面疵検出装置

(57)【要約】

【目的】 磁粉模様として表される表面疵を見落とすことなく確実に検出できるとともに、表面疵検出作業を能率良く行える装置を得る。

【構成】 被検査材S上を移動可能な移動台車1に、磁粉探傷用磁化装置2、表面疵を表す磁粉模様の箇所を照明するための照明光源3、磁粉模様の像を撮像するためのCCDカラーカメラ4、及びカメラ4からの映像信号を画像表示する6インチ型液晶カラーディスプレイ11を設ける。カメラ4は、その光軸が被検査材表面となす角度が60〜90度となるように、かつ、被検査材上における磁粉模様実寸法に対するディスプレイ11の画面上における磁粉模様画像寸法の倍率が0.9〜1.2となるように設ける。これにより、移動台車1を被検査材上を移動させている状態においても、画面を見て、表面疵を表す磁粉模様画像を肉眼により知覚できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検査材上を移動可能な移動台車と、この移動台車に設けられ、被検査材に磁束を通し、外部から散布供給される磁粉を被検査材の表面疵部分にその部分で漏洩した磁束により生じる磁場によって吸着させることにより、被検査材の表面疵を磁粉模様として表す磁粉探傷用磁化装置と、前記移動台車に設けられ、表面疵を表す磁粉模様の箇所を照明すべく被検査材表面に斜め上方より光を照射する照明光源と、前記移動台車に設けられ、表面疵を表す磁粉模様の像を撮像すべく被検査材表面を撮像する撮像装置と、この撮像装置からの映像信号を受けて画像表示し、その画像を目視観察することで表面疵を表す磁粉模様画像を知覚し、それによって被検査材の表面疵を検出するための画像表示装置とを備え、前記撮像装置を、その光軸が被検査材表面となす角度が60°～90度となるように、かつ、被検査材上における磁粉模様実寸法に対する前記画像表示装置の画面上における磁粉模様画像寸法の倍率が0.9～1.2となるように設けていることを特徴とする磁粉探傷式表面疵検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、例えば鉄鋼業において鋼片の表面疵を磁粉探傷により検出する際に用いられる磁粉探傷式表面疵検出装置に関し、詳しくは、磁粉模様として表される表面疵を見落とすことなく確実に検出でき、しかも表面疵検出作業を能率良く行えるようにした新規な、磁粉探傷式表面疵検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】強磁性材料よりなる被検査材の表面に存在する割れ等の表面疵を検出するには、従来、磁粉探傷用磁化装置を用いて、被検査材に磁束を通し、外部から散布供給される磁粉を表面疵部分にその部分で漏洩した磁束により生じる磁場によって吸着させることにより、表面疵を磁粉模様（磁粉による指示模様）として表し、これにより、肉眼で認めにくい表面疵を肉眼で観察できるようにし、この磁粉模様の有無、その位置、大きさ等を観察者が目視観察によって知覚することで、表面疵を検出するようにしている。

【0003】この磁粉模様の目視観察に際しては、被検査材表面に可視光、あるいは近紫外線光を照射して表面疵を表す磁粉模様の箇所を照明した状態で、観察者が腰をおとしてその目を被検査材表面から数十cmにまで近づけて磁粉模様の有無、その位置、大きさ等を目視観察している。なお、磁粉模様は、例えば、その長さが十数mm以下、その幅が十分の数mm以下のものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した磁粉探傷式による表面疵検出方法では、鉄鋼業における鋼片や厚鋼板などのような表面平坦で広い表面積を持つ被検査材につ

いてその表面疵を検出する場合には、観察者がその目を直接被検査材表面に近づけて磁粉模様の有無などを目視観察することから観察者に無理な姿勢を強いるため、連続して目視観察を行うことができず、表面疵検出作業に時間がかかるという問題点がある。また、無理な姿勢からくる観察者の疲労により、表面疵の見落としを生じ易くなるという問題点がある。

【0005】そこでこの発明の目的は、磁粉模様として表される表面疵を見落とすことなく確実に検出できるとともに、表面疵検出作業を能率良く行うことができる新規な磁粉探傷式表面疵検出装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、この発明による磁粉探傷式表面疵検出装置は、被検査材上を移動可能な移動台車と、この移動台車に設けられ、被検査材に磁束を通し、外部から散布供給される磁粉を被検査材の表面疵部分にその部分で漏洩した磁束により生じる磁場によって吸着させることにより、被検査材の表面疵を磁粉模様として表す磁粉探傷用磁化装置と、前記移動台車に設けられ、表面疵を表す磁粉模様の箇所を照明すべく被検査材表面に斜め上方より光を照射する照明光源と、前記移動台車に設けられ、表面疵を表す磁粉模様の像を撮像すべく被検査材表面を撮像する撮像装置と、この撮像装置からの映像信号を受けて画像表示し、その画像を目視観察することで表面疵を表す磁粉模様画像を知覚し、それによって被検査材の表面疵を検出するための画像表示装置とを備え、前記撮像装置を、その光軸が被検査材表面となす角度が60°～90度となるように、かつ、被検査材上における磁粉模様実寸法に対する前記画像表示装置の画面上における磁粉模様画像寸法の倍率が0.9～1.2となるように設けていることを特徴とする。

【0007】

【作用】この発明による磁粉探傷式表面疵検出装置においては、被検査材上を移動台車を移動させながら、この移動台車に設けられた磁粉探傷用磁化装置により被検査材に磁束が通される。これにより、外部から散布供給される磁粉が表面疵部分にその部分で漏洩した磁束により生じる磁場によって吸着されて、被検査材表面に存在する表面疵が磁粉模様として表される。そして、移動台車に設けられた照明光源により、被検査材表面に斜め上方より光が照射されて表面疵を表す磁粉模様の箇所が照明されるとともに、移動台車に設けられた撮像装置により、被検査材表面が撮像されて表面疵を表す磁粉模様の像が撮像される。この撮像装置からの映像信号が画像表示装置に画像表示されて、観察者が、無理な姿勢でその目を直接被検査材表面に近づけることなく、画像表示装置の画面上に表示された画像を目視観察して表面疵を表す磁粉模様画像を知覚することで、被検査材の表面疵が検出されることになる。

3

【0008】このようにこの発明による表面疵検出装置は、被検査材上を移動台車を移動させながら、移動台車に設けた照明光源により被検査材表面に斜め上方より光を照射する一方、移動台車に設けた撮像装置により被検査材表面を撮像して表面疵を表す磁粉模様像を撮像し、撮像装置からの映像信号を画像表示装置に画像表示し、その画像を目視観察して表面疵を表す磁粉模様画像を知覚するようにしたものである。

【0009】そのため、撮像装置を、その光軸が被検査材表面となす角度が $60 \sim 90$ 度となるように、かつ、被検査材上における磁粉模様実寸法に対する前記画像表示装置の画面上における磁粉模様画像寸法の倍率が $0.9 \sim 1.2$ となるように設けることにより、移動台車を被検査材上を移動させている状態においても、画像表示装置の画面を見て、小さく軽微な表面疵を表す磁粉模様画像から大きく重大な表面疵を表す磁粉模様画像までを肉眼により知覚できるようにしてある。以下、この点について説明する。

【0010】まず、静止状態において、照明光源の光軸が被検査材表面となす角度 α （以下、照明光源の光軸角

4

度という。）及び撮像装置の光軸が被検査材表面となす角度 β （以下、撮像装置の光軸角度という。）とが、画像表示装置画面上における磁粉模様画像についての肉眼による知覚性に及ぼす影響を調査した。この調査は、表面平坦で広い表面積を持つ被検査材の表面に、小さく軽微な表面疵を表す磁粉模様、中程度の大きさの表面疵を表す磁粉模様、及び大きく重大な表面疵を表す磁粉模様の3種類の磁粉模様を多数形成し、照明光源の光軸角度 α と撮像装置の光軸角度 β とを変化させてその磁粉模様の像を撮像し、そのとき画像表示装置の画面上に表示された画像を目視観察することにより実施した。ここで、撮像装置の視野寸法は、長手方向（水平走査線方向） 70 mm 以上とし、被検査材上における磁粉模様実寸法に対する画像表示装置の画面上における磁粉模様画像寸法の倍率は、等倍（ 1.0 ）とした。なお、撮像装置としてCCDカラーカメラ、画像表示装置として6インチ型液晶カラーディスプレイ（液晶式カラーモニター）を用いた。その結果を表1に示す。

【0011】

【表1】

10

20

		撮像装置光軸角度 β									
		90度	85度	80度	75度	70度	65度	60度	55度	50度	45度
照明装置光軸角度 α	80度	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	△
	65度	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	○	○	○
	50度	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○
	35度	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	△	△	○
	20度	◎	◎	○	◎	○	○	○	□	×	□

(備考)

◎：画面を見て、小さく軽微な表面疵を表す磁粉模様画像から大きく重大な表面疵を表す磁粉模様画像までを肉眼により明瞭に知覚し得たことを示す

○：画面を見て、小さく軽微な表面疵を表す磁粉模様画像から大きく重大な表面疵を表す磁粉模様画像までを肉眼により知覚し得たことを示す

△：画面を見て、中程度の大きさの表面疵を表す磁粉模様画像から大きく重大な表面疵を表す磁粉模様画像までを肉眼により知覚し得たことを示す

□：画面を見て、大きく重大な表面疵を表す磁粉模様画像は肉眼により知覚し得たことを示す

×：画面を見て、大きく重大な表面疵を表す磁粉模様画像をも肉眼により知覚できなかったことを示す

【0012】表1から、照明光源の光軸角度 α が広い範囲にわたって設定されている場合でも、撮像装置をその光軸角度 β が60～90度となるように設けることで、画像表示装置の画面を見て、小さく軽微な表面疵を表す磁粉模様画像から大きく重大な表面疵を表す磁粉模様画像までを肉眼により知覚できることがわかる。なお、表1からもわかるように、撮像装置の光軸角度 β と照明光源の光軸角度 α とは、正反射光によるハレーション等を防止

【0013】次に、移動台車を被検査材上を移動させている場合において、被検査材上における磁粉模様実寸法に対する画像表示装置の画面上における磁粉模様画像寸*

*法の倍率が、画像表示装置画面上における磁粉模様画像についての肉眼による知覚性に及ぼす影響を調査した。

【0014】この調査は、移動台車静止(停止)状態、および移動台車を速度約150 mm/秒で移動させている状態において、上記3種類の磁粉模様の像を撮像し、そのとき画面上に表示された画像を目視観察することにより実施した。ここで、撮像装置の光軸角度 β は75度、照明光源の光軸角度 α は70度とし、撮像装置の視野寸法は、長手方向(水平走査線方向)70mm以上とした。その結果を表2に示す。

【0015】

【表2】

磁粉模様実寸法 に対する 磁粉模様画像 寸法の倍率	磁粉模様画像についての肉眼による知覚性	
	台車静止状態の場合 (*1)	台車移動中の場合 (速度150 mm/秒)
0.7	やや良	不良(*2)
0.8	やや良	やや良
0.9	良	良
1.0	良	良
1.1	良	良
1.2	良	良
1.3	良	やや良(*3)
1.4	良	やや良(*3)

(備考)

*1 : 小さく軽微な表面疵を表す磁粉模様画像に関するもの

*2 : 小さく軽微な表面疵を表す磁粉模様画像が見づらい

*3 : 撮像装置の視野に対して移動速度過大

【0016】その結果を表2に示す。表2から理解されるように、撮像装置を、その被検査材表面との距離、あるいはそのカメラレンズを適当に選定して被検査材上における磁粉模様実寸法に対する画像表示装置の画面上における磁粉模様画像寸法の倍率が0.9～1.2となるように設けることで、移動台車を被検査材上を移動させている状態においても、画像表示装置の画面を見て、小さく軽微な表面疵を表す磁粉模様画像から大きく重大な表面疵を表す磁粉模様画像までを肉眼により知覚できる。このようにして、磁粉模様として表される表面疵を見落とすことなく確実に検出できるとともに、表面疵検出作業を能率良く行うことができる。

【0017】

【実施例】以下、この発明の一実施例について説明する。図1はこの発明の一実施例による磁粉探傷式表面疵検出装置の構成を示す図、図2は図1に示す磁粉探傷式表面疵検出装置のA矢視側面図である。

【0018】図1及び図2において、1は表面疵を検出すべき被検査材S上を観察者による人力にて移動される移動台車である。移動台車1は、この実施例では、全体*50

*としてパイプ組み立て構造となされており、底部の四隅に車輪1aが取り付けられ、天井板の部分以外が開放されてなる箱状枠部に、上部の先端にコ字状の握りアーム1bが取り付けられた棒状のアーム1cを固着してなるものである。この移動台車1の箱状枠部の内側には、図に示すように、被検査材S上を転動する一對をなすコロ2a(図2においては図示省略)を備えた磁粉探傷用磁化装置2、照明光源3、及び、撮像装置としてのCCDカラーカメラ4が、箱状枠部に取り付けられた状態で設けられている。

【0019】一對をなすコロ2aを備えた磁粉探傷用磁化装置2は、被検査材Sに磁束を通し、外部から散布供給される磁粉を被検査材の表面疵部分にその部分で漏洩した磁束により生じる磁場によって吸着させることにより、被検査材の表面疵を磁粉模様として表すための装置であり、照明光源3は、表面疵を表す磁粉模様の箇所を照明すべく被検査材表面に斜め上方より先に述べた光軸角度 α にて光を照射する光源である。これらは、図示しない支持部材によって移動台車1の箱状枠部に取り付けられている。CCDカラーカメラ4は、表面疵を表す磁

粉模様の像を撮像すべく被検査材表面を撮像するためのものである。

【0020】5は第1取付け板、6は第2取付け板であり、これらはCCDカラーカメラ4を支持し、その光軸角度 β 、及びその被検査材Sとの距離を調整し得るようにするためのものである。広幅をもって円弧状をなす第1取付け板5には、図1に示すように、その板を貫通し円弧状にのびるカメラ光軸角度調整用孔5aが二つ平行に設けられている。第1取付け板5に固着された矩形をなす第2取付け板6には、その板を貫通し図における上下方向にのびる被検査材間距離調整用孔6aが設けられている。7は移動台車1の箱状枠部の構成部材のひとつである上部パイプ1dに固着された第3取付け板である。

【0021】第1取付け板5に固着された第2取付け板6は、固定ボルト9をその被検査材間距離調整用孔6aに通し、第3取付け板7に刻設された雌ねじに螺合することにより、移動台車1の上部パイプ1dに固定される。そして、CCDカラーカメラ4は、4本の固定ボルト8を第1取付け板5のカメラ光軸角度調整用孔5aに通し、CCDカラーカメラ4のハウジングに刻設された雌ねじに螺合することにより、第1取付け板5に固定される。したがって、CCDカラーカメラ4の光軸角度 β 調整は、4本の固定ボルト8を緩めた状態でカメラ4をカメラ光軸角度調整用孔5aに沿わせて所定の位置まで移動させた後、固定ボルト8を締め付けることで行われるようになっている。また、CCDカラーカメラ4の被検査材Sとの距離調整は、固定ボルト9を緩めた状態でカメラ4を一体化された取付け板5、6とともに所定の位置まで上下移動させた後、固定ボルト9を締め付けることで行われるようになっている。

【0022】移動台車1の箱状枠部の天井板上には、CCDカラーカメラ4からの映像信号の増幅などを行うカメラ制御器10が設けられている。このカメラ制御器10からの増幅された映像信号、同期信号等が、この実施例では、移動台車1のアーム1cに取り付けられた画像表示装置としての6インチ型液晶カラーディスプレイ11に与えられて、6インチ型液晶カラーディスプレイ11によってCCDカラーカメラ4からの映像信号が画像表示され、その画像が観察者により目視観察されるようになっている。

【0023】このように構成されるこの実施例の磁粉探傷式表面疵検出装置を用いて、被検査材Sとしての鋼片についての表面疵の検出を次の設定条件にて行った。設定条件は、CCDカラーカメラ4の視野寸法：長手方向（水平走査線方向）70mm以上、移動台車1の移動速度：約150 mm/秒、照明光源3の光軸角度 α ：5度ビッチで50～80度、CCDカラーカメラ4の光軸角度 β ：5度ビッチで60～90度、被検査材S上における磁粉模様実寸法

に対する6インチ型液晶カラーディスプレイ11の画面上における磁粉模様画像寸法の倍率：0.1ビッチで0.9～1.2、とした。この場合、上記倍率はCCDカラーカメラ4の被検査材表面との距離、あるいはそのカメラレンズを適当に選定することで変化させた。また、正反射光によるハレーション等を防止するために、CCDカラーカメラ4の光軸角度 β と照明光源3の光軸角度 α とが同じになる組合せは回避した。

【0024】その結果、移動台車1を速度約150 mm/秒で移動させている状態においても、6インチ型液晶カラーディスプレイ11の画面を見て、疑似模様と混同することなく、小さく軽微な表面疵を表す磁粉模様画像から大きく重大な表面疵を表す磁粉模様画像までを肉眼により知覚でき、それによって、磁粉模様として表される表面疵を見落とすことなく確実に検出できるとともに、表面疵検出作業を能率良く行うことができた。

【0025】

【発明の効果】以上述べたように、この発明による磁粉探傷式表面疵検出装置によると、被検査材上を移動可能な移動台車に、磁粉探傷用磁化装置、磁粉探傷用磁化装置による表面疵を表す磁粉模様の箇所を照明するための照明光源、及び、表面疵を表す磁粉模様の像を撮像するための撮像装置を設けるとともに、撮像装置からの映像信号を画像表示する画像表示装置を備え、さらに、撮像装置を、その光軸が被検査材表面となす角度が60～90度となるように、かつ、被検査材上における磁粉模様実寸法に対する画像表示装置の画面上における磁粉模様画像寸法の倍率が0.9～1.2となるように設けるようにしたものであるから、移動台車を被検査材上を移動させている状態においても、画像表示装置の画面を見て、小さく軽微な表面疵を表す磁粉模様画像から大きく重大な表面疵を表す磁粉模様画像までを肉眼により知覚でき、それによって、磁粉模様として表される表面疵を見落とすことなく確実に検出できるとともに、表面疵検出作業を能率良く行うことができる。

【図面の簡単な説明】

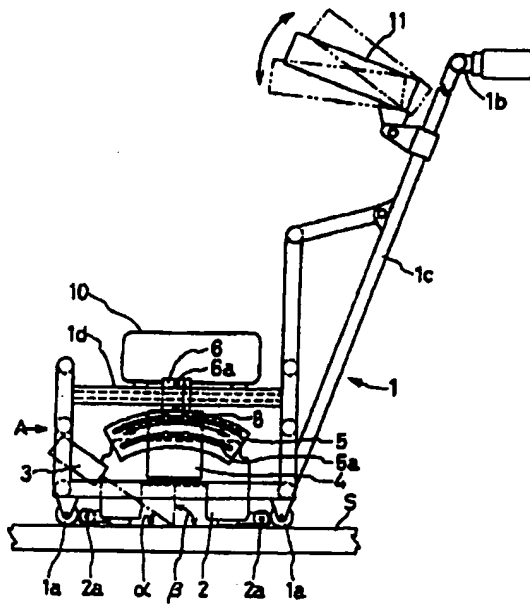
【図1】本発明の一実施例による磁粉探傷式表面疵検出装置の構成を示す図である。

【図2】図1に示す磁粉探傷式表面疵検出装置のA矢視側面図である。

【符号の説明】

1…移動台車 1a…車輪 1b…握りアーム 1c…アーム
1d…上部パイプ 2…磁粉探傷用磁化装置 2a…コロ
3…照明光源 4…CCDカラーカメラ 5…第1取付け板
5a…カメラ光軸角度調整用孔 6…第2取付け板
6a…被検査材間距離調整用孔 7…第3取付け板
8、9…固定ボルト 10…カメラ制御器 11…6インチ型液晶カラーディスプレイ S…被検査材

【図1】



【図2】

